

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4975254号
(P4975254)

(45) 発行日 平成24年7月11日 (2012. 7. 11)

(24) 登録日 平成24年4月20日 (2012. 4. 20)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 G 7/02 (2006. 01)	GO 1 G 7/02
GO 1 G 21/28 (2006. 01)	GO 1 G 21/28
GO 1 G 21/30 (2006. 01)	GO 1 G 21/30
HO 1 F 5/06 (2006. 01)	HO 1 F 5/06 Z

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2005-7541 (P2005-7541)	(73) 特許権者	599082218
(22) 出願日	平成17年1月14日 (2005. 1. 14)		メトラートレド アクチェンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開2005-214968 (P2005-214968A)		スイス国、8606 グライフェンゼー、
(43) 公開日	平成17年8月11日 (2005. 8. 11)		イム・ラングアッハー 44
審査請求日	平成19年12月5日 (2007. 12. 5)		Im Langacher, 8606
(31) 優先権主張番号	04075197.6		Greifensee, Switzer
(32) 優先日	平成16年1月27日 (2004. 1. 27)		land
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100089705
			弁理士 社本 一夫
		(74) 代理人	100076691
			弁理士 増井 忠式
		(74) 代理人	100075270
			弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁コイルのための防湿技術

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

誘導センサーのためのコイルであって、

水分の浸透に対する保護手段が設けられており、該保護手段が、コイルの表面を平らにするための第1のレベルの被覆 (21) と、水分の浸透に対する保護コーティング (22、25) として前記第1のレベルの被覆 (21) の上に配置された第2のレベルの被覆 (22、25) とを備えた保護カバーを含み、

前記保護コーティング (22、25) が、無機の複数のバリア層 (26) と複数の中間層 (27) との連続したいくつかの層を有し、

前記保護コーティングが、少なくとも3層によって構成されており、該3層は、無機のバリア層 (26) には、前記バリア層 (26) の微細穴及び毛筋状亀裂を密封する役目を果たす中間層 (27) が続いており、前記中間層 (27) には、順に更なるバリア層 (26) が続いているように、配置されることを特徴とするコイル。

【請求項 2】

請求項1に記載のコイルであって、

前記バリア層 (26) が無機材料によって構成されており、前記中間層 (27) がポリマー材料によって構成されていることを特徴とするコイル。

【請求項 3】

請求項1に記載のコイルであって、

前記バリア層 (26) と前記中間層 (27) とが無機材料によって構成されていること

10

20

を特徴とするコイル。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のコイルであって、

前記バリア層（26）と前記中間層（27）とが、異なる無機材料及び／又は少なくとも 2 つの構成要素からなる無機材料及び／又は構造パラメータが異なる無機材料の異なる化学量論的組成を含んでいることを特徴とするコイル。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のコイルであって、

前記保護コーティング（22）が、コーティングの厚みに亘って連続的に変化するコーティングの化学組成を含む 1 以上の材料パラメータを有していることを特徴とするコイル。

10

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のうちのいずれか一の項に記載のコイルであって、

前記コイル（13）が、封入装置（17）と、少なくともコイル（13）の接続線（19）のような前記封入装置（17）によって密封されない部分を有し、及び／又は、前記コイルの巻型（16）と前記封入装置（17）との間の境界領域（24）が、前記保護カバーによって覆われていることを特徴とするコイル。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のうちの一の項に記載のコイルであって、

前記保護コーティング（22、25）にカバーコーティングが設けられていることを特徴とするコイル。

20

【請求項 8】

力伝達機構と、負荷によって発生された力の量を電気信号（I c m p）に変換するために電磁力補償の原理に従って機能するセンサーとを備えた力計測セル（1）であって、

前記センサーが、永久磁石（10）の磁場内で一次元で移動可能であり、コイル（13）が、請求項 1 乃至 7 のうちの 1 つに従って形成されている、力計測セル。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のうちの 1 つによるコイル（13）に保護カバーを適用する方法であって、

第 1 の表面円滑化レベルの被覆（21）が前記コイル（13）に適用され、第 1 の表面円滑化レベルの被覆（21）上に、第 2 のレベルの被覆が、水分の浸透に対する保護コーティング（22、25）として付着され、

30

前記保護コーティング（22、25）は、連続したいくつかの交互になった層として適用され、前記交互になった層では、無機の複数のバリア層（26）と複数の中間層（27）が互いに続いており、

前記保護コーティングが、少なくとも 3 層によって構成されており、該 3 層は、無機のバリア層（26）には、前記バリア層（26）の微細穴及び毛筋状亀裂を密封する役目を果たす中間層（27）が続いており、前記中間層（27）には、順に更なるバリア層（26）が続いているように、配置されることを特徴とする方法。

【請求項 10】

40

請求項 9 に記載の方法であって、

前記表面円滑化レベルの被覆（21）が浸漬過程によって行われることを特徴とする方法。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載の方法であって、

保護コーティング（22、25）を付着することが、プラズマ励起化学蒸着（P E C V D）方法によって行われることを特徴とする方法。

【請求項 12】

請求項 9 又は 10 に記載の方法であって、

保護コーティング（22、25）を付着することが、蒸着又はスパッタリングによって

50

行われ、前記コイル（１３）がコーティング過程中に回転せしめられることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、誘導センサーのための電磁コイルに関し、特に、電磁力補償の原理に従って作動するセンサー内で使用されるタイプのコイルであって、該コイルに水分の浸透に対する保護手段が設けられているコイルに関する。本発明は更に、このタイプのコイルを備えた力計測セル及びコイルに保護コーティングを適用する方法に関する。

【背景技術】

10

【０００２】

誘導センサーは、例えば、コイルが不均一な方向に動くときにコイル内に電流が誘導される不均質磁場内を移動可能であるコイルの概念に基づいている。誘導電流は、コイルの変位測定値を表しており、変位を惹き起こしている力を測定するために使用することができる。

【０００３】

力計測セル内で好んで使用されるタイプの他の誘導センサーにおいては、電流は、永久磁石の均質な磁場内で移動可能であるコイル内を流れる。コイルに作用している力は、コイルの変位を生じさせ、この変位は、光学的位置センサーによって検知され、その後に、サーボ制御回路が、コイル内の電流をコイルをその本来の位置に再び保持するのに必要とされる大きさへと変化させる。電流の変化は、力計測セルによって測定される力に比例している。この測定原理は、電磁力補償と称されている。

20

【０００４】

例えば、秤量技術における用途が見出される上記の電磁力補償の原理に従って作動する力計測素子としては、平行案内機構及び多くの場合には力例えば伝達される負荷を減少させるためのレバー機構を備えた力伝達素子がある。センサーは、空隙を有する永久磁石を有し、この永久磁石の空隙内の磁場の中にコイルが突っ込まれる。力計測素子がレバー機構を有している場合には、コイルは、最後のレバーの長い方のレバーアームに配置されるのが好ましい。ここで使用されるタイプのコイルは、１以上の絶縁された金属線（通常は銅線）の巻線を有している。線の電気絶縁は、隣接する巻線間の電氣的接触を避けるために必要とされる。

30

【０００５】

多くの場合には、コイルは、巻線に必要な程度の安定性を付加するコイル巻型上に巻き付けられる。巻線を互いに接合する接着剤化合物によって形状が維持される所謂空気コイルもまた存在する。

【０００６】

電磁力補償の原理に従って動作する力計測セルは、特に、高い測定分解能を有するように設計されている場合には、例えば、力計測セルが備えられている秤の動作中に変化しない高い感度の必要条件を満たさなければならないことが多い。

【０００７】

40

ここに特に述べられていない他のパラメータに加えて、コイルはまた、特に、コイルの巻線を覆っている絶縁材料の水分吸収による力計測コイルの感度の変化に寄与するファクタでもある。更に、線の絶縁材の水分吸収によって、力計測セルのゼロ点のずれが生じる。コイルの絶縁材料は、殆ど全ての場合に、例えば、ポリウレタン、ポリイミド又はポリアミドイミドのようなポリマーからなる。コイルの巻線の絶縁材料の水分吸収又は一般的には力計測セルの周囲湿度に依存する絶縁材料の水分の変化は、例えば、巻線間の電流の漏れにつながり得る。水分の吸収又は水分の解放のもう一つ別の起こり得る結論として、絶縁材料は膨張又は収縮し得る。この結果は、いずれの場合も、コイルの幾何学的変化、特に、隣接する巻線間の空間の変化を惹き起こし、これもまた、コイルの内側の機械的応力につながるであろう。水分の変化には更に、コイルの重量の変化も伴う。

50

【0008】

このタイプのコイルが誘導測定センサーに使用される場合には、これらの水分に関する効果の全ては、常に、測定結果の変化を生じさせるであろう。特に、電磁力補償の原理に従って作動する力計測セルの場合には、コイルの巻線の絶縁材料の水分吸収は、測定セルの感度を決定するファクタのうちの1つである。

【0009】

現在の技術状況は、実際上はコイル内の水分吸収を避けるか又は少なくとも減じるために提案されて来ており又は使用されている種々の方法を含んでいる。

一例として、リング形状のアルミニウムのスリーブがコイルの巻型上に巻き付けられるコイル上に収縮嵌合される。スリーブが加熱されると起こる熱膨張によって、スリーブは、コイルが巻かれるコイルの巻型上に嵌合することができ、続いて行われる冷却中に、アルミニウム製のスリーブは、収縮してコイル及びコイルの巻型に対してぴったり合い、それによって、周囲環境との水分の交換に対する確実な密封効果が達成される。いくつかの場合には、より高度な密封緊密性が必要とされる場合には、スリーブは、導電体のための通路のみを開口した状態にしたままコイル巻型に溶接され、これは、ラッカーによる付加的な密封を必要とするコイルを提供する。

10

【0010】

例えば、20%乃至80%の相対空気湿度のような比較的高い湿度の変動を備えた環境において測定結果を改良する試みにおいては、（少なくとも比較的低い感度の必要条件を有する力計測セル内での）満足すべき結果はまた、コイルに直に適用され且つ熱処理によって凝固される厚いラッカーコーティングによっても達成される。

20

【0011】

電磁秤の電磁ユニットのコイル構成要素の防水封入が、JP 25 18171 Y2（日本国実用新案登録第2518171号）に開示されている。コイルは、コイルの巻線がコイルの巻型の凹んだ部分に位置するような構造とされているコイルの巻型上に配置されている。コイルは、コイルの巻型に嵌合されている水密リングスリーブによってコイル巻型の凹んだ空間の内側に封入されている。管密に保持するスナップ接合が、コイルの巻型と水密リングスリーブとの間に存在している。

【0012】

密封封入として使用されているリングスリーブは、コイルの全重量が増大されるという欠点を有するが、それらの最も明白な不利な点は、コイルの幾何学的な寸法、特にその厚みが著しく拡大され、その結果、それに応じて永久磁石の空隙の幅が適合されなければならないという点である。しかしながら、そうではなく変化せしめられない磁石装置の空隙を広げることによって、空隙内の磁場が減らされ、センサーの感度に対して反対の作用を有する。広げられた空隙によって同じ感度が維持されるべきである場合には、より大きな磁石が必要とされるが、これは取り扱いが難しく且つ製造コストが比較的高いであろう。（特許文献1参照）

30

更に、現在の技術状況に従って密封されたコイルは、依然として、コイルに対する導電体のリード線のための通路開口部に特別な密封方法を必要とする。上記したラッカー密封は、高い測定分解能を有する力計測セルの場合に高い感度に必要とされる低い水分吸収を達成するために必要な密封の緊密性を提供しない。コイル全体をラッカーコーティングによって密封する上記の方法に対しても、同じことが断言できる。

40

【特許文献1】JP 25 18171 Y2（日本国実用新案登録第2518171号）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

従って、本発明の目的は、水分に対する簡単で効率が良い保護シールドをコイルに設けることである。

【課題を解決するための手段】

50

【0014】

上記の目的は、請求項1の特徴によって達成することができる。

誘導センサーのためのコイル、特に、力計測セルにかかる負荷によって発生される力の量を電気信号に変換するために電磁力補償の原理に従って作動するセンサー内で使用されるタイプのコイルに、水分の浸透に対する保護手段が設けられている。この保護手段としては、コイルの表面を平らにするためにコイルに適用される第1のレベルの被覆と、水分の浸透に対する保護コーティングとして第1のレベルの被覆の上に配置された第2のレベルの被覆とを備えた保護カバーがある。

【0015】

第1のレベルの被覆は、コイルの巻線又はその絶縁材の各々に対する表面円滑化のための下地カバーとして接着によって適用される。表面円滑化のための下地カバーは、個々のコイル間の空隙を充填して、コイルの表面と比較して遙かに圧縮された表面構造を備えた平らにされた表面を形成する。円滑化された表面は、実用的な水分保護コーティングのための下地として機能する。

【0016】

保護コーティングは、コイルを含んでいるセンサーの感度に対する必要性に応じて適用することができる。保護コーティングは、円滑化された表面の上に成長せしめられるので、滑らかな表面の下地カバーと比較してかなり薄くなされる。

【0017】

力計測素子と、負荷によって誘起される力の量を電気信号に変化させるために電磁量補償の原理に従って作動するセンサーとを備えた力計測セル内で使用されるコイルであって、永久磁石の磁場内で1次元内で可動のコイルの有利な実施形態においては、水分の浸透に対する保護装置がコイルに設けられている。これらの装置は、コイルに直に適用される第1の表面円滑化下地カバーと、水分の浸透に対するバリアとして作用し且つ第1の表面円滑化下地カバーの上に付着されている第2の保護コーティングとを備えた保護コーティングを含んでいる。

【0018】

有利な実施形態においては、上記したタイプの保護コーティングは、コーティングの厚み範囲に亘って不均質な構造とされている。このことにより、保護コーティング内に毛筋状の亀裂又は微細穴の発生を減じる。

【0019】

特別な実施形態においては、保護コーティングは、丈夫なバリア特性を有する層と中間層との交互の連続体を有する多層コーティングである。中間層は、各々隣接するバリア層内に残っている微細穴及び毛筋状亀裂又は裂溝を密封する目的を有する。その結果、微細穴と毛筋状亀裂とはコーティングの全厚みを貫通して連続してはならず、次のバリア層内では異なる位置に存在し、それによって、水分が浸透しないようにするためのある種の迷路が設置される。

【0020】

表面円滑化下地カバーを下地とする多層保護コーティングの特に有益な効果として、特に熱応力を含む局所的な応力により無機バリア層が特に上記の微細穴又は毛筋状亀裂を形成し易く且つ微細穴及び毛筋状亀裂が付随する特別な傾向がある大きく湾曲した面が、一方では、保護コーティングの下地によって仕上げられて微細な穴及び微細な割れ目の発生が最初から減じられ、他方では、微細穴と毛筋状亀裂が中間層によって覆われ、それによって、水分が浸透しないように上記の迷路が配置される。

【0021】

本発明の有利な実施形態においては、保護コーティングは、中間ポリマー層と交互の一連のバリア層を有している。中間層は、特にこれらが液体相又は液体溶液から付着される場合に、表面円滑化下塗り塗料の平坦化作用を更に促進し、その結果、後続のバリア層が表面粗さが徐々に小さくなる面上に付着されるという利点を有している。

【0022】

特に有利な実施形態においては、保護コーティングは全てが無機材料によって作られている。この場合には、多層コーティングは、交互に変わる種々の材料及び／又は少なくとも2つの構成要素からなる一連の無機材料の化学量論的な組成物及び／又は無機材料の交互に変わる一連の構造パラメータによって構成することができる。

【0023】

無機多層保護コーティングが単一の加工作業及び単一のコーティング付着装置の各々によって製造することができることは、該無機多層保護コーティングの特に好ましい点である。

【0024】

コーティングが多層コーティングとして形成されている場合に、特にコーティングの個々の層のこれらの無機保護コーティングは、プラズマ励起化学蒸着（PECVD）によって適用されるときに、それらの下に横たわっている下地面上に適合する形態で成長する好ましい傾向を有するという特別な特性を有する。このことは、コーティングが、下に横たわっている下地面の異なる位置が、付着過程中に発生源の向きに対して配向される角度と独立したほぼ一定の厚みを有することを意味する。従って、大きく湾曲した面でさえ、例えば、コイルの端部において、円滑化下地カバーによって少なくとも部分的に滑らかにされるコイルの側面と同じ量のカバー面積を保護コーティングによって受け取る。従って、水分の浸透に対する保護作用が理想化される。

【0025】

特別な実施形態においては、保護コーティングは、酸化珪素の層と窒化珪素の層との連続体を有することができる。このタイプの保護コーティングは、WO 03/050894に、電子素子を覆うための手段、特に、発光素子又は液晶ディスプレイのような指示装置として開示されている。

【0026】

もう一つ別の好ましい実施形態においては、特に無機タイプのコーティングが、1以上のパラメータ特にコーティング材料の化学組成物の連続する変動によって、コーティングの厚み全体に亘って形成されている。

【0027】

この連続的な変動は、一方では、コーティングのパラメータが突然に変化せず、むしろそれらの輪郭が正弦関数に似ているような形態で起こり得る。他方、1以上のコーティング材料のパラメータの勾配として、保護コーティングの全厚みに亘って、連続する遷移形態で不均質性が発生し得る。この変形例は、特に、薄い保護コーティングを形成するためには好ましい。

【0028】

少なくとも1つの連続して変わるパラメータによって保護コーティングを作成する方法の1つの例においては、発生源が、付着過程にその材料組成を変えるか又は保護コーティングが付着速度が変化する2つの発生源、すなわち、1つの発生源からの速度は時間の関数として増加し、一方、他の発生源からの速度は現象するか又はその逆である2つの発生源から付着される。

【0029】

自ずから明らかなように、保護コーティングのコーティング厚みは、必要とされるバリア効果に基づいて決定され、このバリア効果は、精度及び／又は感度に関してより少ない厳密な条件を有する用途のためのセンサーとは反対に、高い測定感度を有するセンサーの場合にはより丈夫でなければならない。秤量技術の分野においては、例えば、好感度の誘導センサーが好んで公証秤又は比較秤のための力計測セルにおいて使用される。しかしながら、バリア効果もまた、保護コーティングのために使用される材料及びこれらが保護コーティング内に配置される方法に依存する。言い換えれば、バリア効果は、保護コーティングの構造及び形状に依存する。保護コーティングはまた、水分の浸透に対するバリア効果を失うことなく、熱膨張によるコイルの若干の寸法の変化に適合することができるように、十分に高い弾性率を有するべきである。これは、保護コーティング内の薄い無機保護

10

20

30

40

50

コーティング又はバリア層によって特に良好に達成することができる。もちろん、経済的なファクタもまた、保護コーティングの理想的な厚みを決定する際及び／又は保護コーティング内で使用する層の数を決定する際に影響する。

【0030】

好ましくは、保護コーティングとして機能するカバーの第2のレベルの被覆の厚みは、数百ナノメートル乃至数ミクロンの範囲であり、個々の層の厚みは、100ナノメートル乃至500ナノメートル程度である。第1の表面円滑化下地カバーは、線の直径に依存するコイルの表面構造に従って決定される。この下塗りは、100ミクロンに向かって変動する数ミクロンの厚みを有することができる。

【0031】

上記した誘導センサー内のコイルは、巻線が接着剤によってコイル形状と一緒に保持されることを意味する空気コイルとするか又は1以上のコイル巻線が巻かれる巻型を備えたコイルとすることができる。前者の場合には、コイル全体が保護コーティングによって至る所に設けられる必要はなく、一方、後者の場合には、コイル巻線の露出された部分のみがコーティングされる必要があるが、コーティングは、コイルの巻線全体に亘って延在させることもできる。

【発明の効果】

【0032】

本発明による保護コーティングを備えたコイルは、通常は、ここに記載した現在の技術状況に属するタイプの封入を必要としないであろう。結局、多数の巻線を備えたコイルは、永久磁石の空隙の所与の幅によって使用することができ、又は狭い空隙を備えた永久磁石から所与の数のコイル巻線を備えたセンサー用として選択することができる。両方の方法が誘導センサーの感度の著しい改良につながる。

【0033】

別の実施形態においては、封入物が絶対必要である場合に、コイルの巻型上に配置されるのが好ましいコイルに封入装置が設けられており、接続線及び／又は封入物とコイル巻型との間の境界のような封入物によって密封されないコイルの少なくとも一部分が保護コーティングによって覆われる。

【0034】

本発明の概念の特に実用的な形態においては、保護コーティングには、とりわけ外側の機械的要素から保護するカバー層が設けられる。カバー層のために使用される材料としては、特に、例外的に低い水分吸収率を有するポリマーがあり、これらのポリマーにはシリコンも含まれる。コイルの保護カバーの製造方法は、コイルに第1のレベルの被覆を適用して表面を滑らかにするステップと、前記表面円滑化下地コーティング上に、水分の浸透に対する保護コーティングとして機能する第2のレベルの被覆を付着させるステップとを含んでいる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、図面に図示されている実施形態により本発明を説明する。

明白な概略的特徴の図において、図1は、力計測セル1が電磁力補償の原理に従って機能する秤量技術分野において使用するのに適したタイプの力計測セルを示している。力計測セル1は、固定部分2と、垂直方向に変位可能な部分3とを有する平行案内機構を備えた力伝達装置を含んでおり、垂直方向に変位可能な部分3は、撓み結合5によって、固定部分2と垂直方向に変位可能な部分3とに結合されている一対の案内部材4によって移動可能に束縛されている。垂直方向に変位可能な部分3は、計測されるべき負荷を受ける機能を果たす片持ち梁状の伸長部15を含んでいる。秤量負荷によって生じる力の直角ベクトル成分は、結合部材9によって垂直方向に変位可能な部分3から、レバー6の短い方のレバーアーム8へと伝達される。レバー6は、撓み支点において、固定部分2の一部分上に支持されて駆動される。力計測セルは更に、固定された結合部によって固定部分2上に取り付けられ且つ空隙11を有しているカップ形状の永久磁石装置10を含んでいる。レ

10

20

30

40

50

バー 6 の長い方のレバーアーム 1 2 に結合されたコイルは、空隙 1 1 内に配置されている。補償電流 I_{cmp} はコイル 1 3 内を流れる。電流 I_{cmp} の大きさは、レバー 6 に作用する力の大きさに依存する。レバー 6 の位置は、電気－光学測定装置 1 4 によって測定される。電気－光学測定装置 1 4 は、レバー 6 が常に同じ位置に保持されるか又は秤量負荷の変化によって変位せしめられた後に同じ位置に戻るように、受け取った測定信号に応答して補償電流 I_{cmp} を調整するサーボ装置に接続されている。

【0036】

図 2 a は、現在の技術状況に適合した密封スリーブリング 1 7 による封入を備えた図 1 による力計測セル 1 内で好んで使用されるタイプのコイル構造 2 3 を示している。コイル 1 3 は、ドーナツ形状のコイル巻型 1 6 上に配置されており且つコイル巻型 1 6 と同面で終端している密封スリーブリング 1 7 によって水密封入されている。導電体リード線 1 9 のコイル 1 3 への通路のための開口部 1 8 のみが封入から除外され、従って、水分がコイル特にコイルの絶縁材料に達するのを許容する入口通路を形成し、それによって、本明細書の冒頭において述べた絶縁材料の膨潤による隣接するコイル巻線間の漏れ電流又はコイルの幾何学的構造、特に隣接する巻線の間隔の変化のような不所望な効果が生じる。

【0037】

図 2 b は、図 2 a の線 I－I に沿った断面図によって、個々の巻線 2 0 が一方の側ではコイルの巻型 1 6 によって構成され、他方の側においては密封スリーブリング 1 7 によって構成されている封入の内側に配置される形態を示している。図 2 c は、図 2 b において円 A によって囲まれた部分の詳細を示しており、図 2 d は、図 2 b において円 B によって囲まれた部分の詳細を示している。図 2 c は、表面円滑化下塗り 2 1 と保護コーティング 2 2 とを備えた保護カバーによってコイル巻型 1 6 の開口部 1 8 の領域の頂部が覆われた形態を示している。開口部は、更に、ラッカーによって封鎖することができ、又は、表面円滑化コーティングの材料が、ラッカーが開口部を封鎖するような形態で開口部領域に適用される。コイルの巻型 1 6 の頂部側及び下側全体に保護カバーが設けられている場合には、コイルの巻型 1 6 と密封スリーブリング 1 7 との間の境界領域 2 4 が同様に密封されるであろう。コイルの巻型 1 6 と密封スリーブリング 1 7 とが面接触のみによって結合されている場合には、この方法で境界領域 2 4 を密封することは、水分の浸透を減少させる手段として極めて有用であることが分かっている。

【0038】

図 3 a は、封入されていないがコイルの巻型 1 6 上に配置されているコイル 1 3 の斜視図である。この構造において使用されているコイルの巻型 1 6 は、銅又はアルミニウムのような非磁性材料によって構成されるのが好ましい。図 3 b は、コイルの巻型 1 6 上に配置されているコイル 1 3 の線 I I－I I に沿った断面図であり、図 3 c は、図 3 b の詳細部 A の拡大図である。図 3 c は、表面円滑化下塗り 2 1 と保護コーティング 2 2 とを備えた保護カバーがコイル 1 3 の外側のみならずコイルの巻型 1 6 の頂部の少なくとも一部分上に（及び同様に下側にも）配置された形態を示している。コイルの巻型 1 6 は、水密であることが知られている例えば銅のような金属によって作られている場合には、その全体が覆われなければならない訳ではない。

【0039】

図 4 a は、図 3 a に似た描写形態の空気芯のコイルを示している。この文脈における空気芯コイル又は空気コイルは、コイルの巻型 1 6 によって支持されていないコイル 1 3 を意味している。この場合にも、表面円滑化下塗り 2 1 と保護コーティング 2 2 とによって構成されている保護カバーが空気コイル 1 3 の全ての面に付着される必要はない。

【0040】

保護コーティング 2 2 の材料は、必ずしも均質な組成、化学量論性又は構造である必要はない。図示されて来たように、不均質な保護コーティングは、水分の浸透に対する極めて効率の良いバリア効果を有している。考慮されても良い不均質なコーティングには、コーティングの厚み範囲に亘って特に化学組成物の 1 以上の材料パラメータの連続的な変動を有するコーティングばかりでなく多層コーティングが含まれる。

【0041】

多層コーティングは、中間ポリマー層と交互の順序で保護コーティング内に配置されている無機材料のような強いバリア効果を有する材料の個々の層によって構成することができる。中間ポリマー層は、全体的に保護コーティングの強いバリア効果を達成するために、隣接するバリア層の微小穴及び毛筋状亀裂を覆う役目を果たす。

【0042】

図5は、絶縁体29を備えた線28の巻線20からなる外側層を有するコイル表面の大きく拡大された詳細を示している多層コーティングの形態のコイル上の保護コーティングの例を示している。巻線の外側層には、表面円滑化下塗り21と多層コーティング25とを含んでいる保護コーティングが設けられている。図示された例における多層コーティング25は、4つの個々の層によって構成されている。しかしながら、多層コーティング25内の層の数は、優先的に規定される値として決定されず、コーティング全体の最大の許容可能な水分の浸透性の条件に依存し、また、使用される材料の関数でもある。3層、4層、5層又はそれ以上の個々の層を備えた多層コーティングが考えられる。

10

【0043】

多層コーティング25の第1の層はバリア層26である。この第1のバリア層26には、例えば、中間のポリマー層27が続いている。中間のポリマー層27は、第1のバリア層26を安定させるだけでなく、微小穴又は毛筋状亀裂を覆い、それによって中間層27に続く更なるバリア層26内にこれらの欠陥が発生するのを減少させる機能を有している。微小穴又は毛筋状亀裂の数の減少は、中間ポリマー層の確実な表面円滑化効果による。

20

【0044】

しかしながら、中間層は、特に、第2のバリア層26内に依然として起こるであろう少数の微小穴又は毛筋状亀裂が第1のバリア層26の微小穴又は毛筋状亀裂に付着して水分の侵入を再び生じさせる状態を防止する。むしろ、第1のバリア層26内の及び後続のバリア層26内の各々異なった場所において起こる微小穴又は毛筋状亀裂においては、ある種の迷路が水分の浸入に対して対抗する。バリア層26と中間層27との交互の連続体に備えた多層保護コーティングにおいては、この迷路効果は、水分の浸透の徹底的な減少につながる。

【0045】

規則的な連続体は製造工程を簡素化するので好ましいけれども、保護コーティング25のバリア層26及び中間層27は、必ずしも規則的な連続体として交互に続くかなければならない訳ではない。

30

【0046】

バリア層26のための材料は、種々の付着行程によって適用することができる種々の主に公知の無機絶縁材料から選択することができる。ここで述べられる例は、酸化物、窒化物、フッ化物、炭化物、ホウ化物又はこれらの組み合わせ、特に、オキシナイトライド、酸化物の混合物又はセラミックの混合物でもある。特に、酸化珪素、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ハフニウム、酸化アルミニウム、酸化クロム、窒化アルミニウム、窒化珪素、窒化チタン、フッ化チタン及び炭化珪素は、バリア層26のための適切な材料であることが分かっている。所謂“ダイヤモンド状炭素”は、同様にバリア層26として使用することができる。

40

【0047】

バリア層26用として使用することができる他の材料としては、特に、金属、例えば、銀、アルミニウム、金、クロム、銅、ニッケル、チタンばかりでなく、ニッケル-コバルト合金又は金属間化合物、例えば、アルミニウムと銅との金属間化合物、タングステンと銅との金属間化合物、チタンとアルミニウムとの金属間化合物がある。

【0048】

アクリレートポリマー又は無機-有機混成ポリマー（例えば、EP 0 610 832 A2に記載されているようなもの）に加えて、中間層27用として使用することができる更に別のポリマー材料も存在する。ほんの限定的でないリストを挙げると、例えば、

50

高分子のアミド、アルキド、スチロール、キシリレン、フェニレン、アルデヒド、エステル、ウレタン、エポキシド、イミド、フェノール、ケトンばかりでなく蛍光ポリマー又はコポリマーを挙げることができる。結局、バリア効果、中間層 27 に対するバリア層 26 の適合性、例えば、相対的な接着性ばかりでなく付着方法の経済性が、バリア層 26 と中間層 27 との各々に対して使用する材料の決定につながるであろう。

【0049】

更に、図 5 に示されたタイプの多層保護コーティング 25 の中間層用として無機材料を使用することもできる。考えられる材料としては、主として無機絶縁材料がある。例として挙げることができる無機保護コーティング 25 は、窒化珪素と酸化珪素との薄い層の連続体を有し、窒化珪素は特に水分の浸透に対するバリアとして極めて有効であるので、100 乃至 200 nm の窒化珪素（バリア層 26）、100 nm の酸化珪素（中間層 27）、100 nm の窒化珪素（バリア層 26）の連続体が好ましい構造を示す。酸化珪素の層は、同様にバリア特性を有すると信じられているけれども、酸化珪素の層内におそらく発生する微小穴又は毛筋状亀裂を封鎖する多層コーティング内の基本的な機能を有する。従って、多層コーティング 25 は、少なくとも 3 層、好ましくは 5 層の無機材料の層によって構成される。

10

【0050】

多層コーティング 25 の層 26、27 もまた、1 つの層と次の層との間で構成成分の化学量論的組成が変わる少なくとも 2 つの構成要素からなる無機材料によって構成することができる。異なる化学量論的組成を有する層 26、27 からなる交互の連続体を備えた多層コーティング 25 に適した材料の例として、1 つの層と次の層との間で酸化物と窒化物との各々の成分が変化するシリコン・オキシナイトライドを挙げることができる。

20

【0051】

純粋な無機材料は窒化珪素の薄い層に対してさえ比較的強いバリア効果を呈するので、純粋な無機の保護コーティングのためには比較的小さい層の厚みが選択されるべきであり、一方、必要な場合には保護コーティング自体がコイルの熱膨張に適合することができ且つ不完全にならないように堅牢性の点に注意を払う必要がある。50 乃至 500 ナノメートルの層の厚みを有する多層コーティングの場合には、後者の制約点を観察しつつ、純粋に無機の保護コーティング 25 は、好ましくは、数百ナノメートル乃至数ミクロンの全厚みで適用されるべきである。

30

【0052】

多層コーティング 25 の適用のためには付着方法の広範囲の選択が利用できる。ここで挙げられるべきバリア層 26 及び／又は上記の無機中間層 27 を製造するための例としては、真空蒸着、空気内蒸着、プラズマ蒸着、マイクロ波プラズマ蒸着、スパッタリング、ゾルゲル法、化学蒸着（CVD）、燃焼化学蒸着（CCVD）、プラズマ励起化学蒸着（PECVD）、プラズマ衝撃化学蒸着（PICVD）ばかりでなく特に金属の付着のために使用される電気化学蒸着がある。

【0053】

中間ポリマー層 27 の適用のためには、以下の付着技術、すなわち、吹き付け塗り、刷毛塗り及び浸し塗り、フラッシュ蒸発によって付着されたモノマー又はオリゴマーの現場重合ばかりでなく電気泳動、陰極泳動又は陽極泳動が可能である。

40

【0054】

ざらざらした機械的摩耗状態が予想される場合には、保護カバーには、主として外側の機械的影響に対して保護コーティング 22、25 を覆うカバーコーティング（図示せず）が設けられる。ポリアクリレート、無機-有機混成ポリマー又はシリコンのような特に低い水分吸収率を有するポリマーが、この目的のために使用されるのに特に好ましい。

【0055】

誘導センサー内のコイル 13 の保護のためのコーティングの好ましい実施形態は、無機-有機混成ポリマーの表面円滑化下塗り 21 を有する。この表面円滑化下塗り 21 は、コイルの円筒形外側面の一部分が溶液の形態で存在する液体混成ポリマー内に浸漬されてい

50

る間に円筒形コイル13がローラー上に載置される浸漬過程によって適用することができる。ローラーが回転するとき、コイルは、外周領域全体が液体ポリマーによって均一に覆われるように反対方向に回転する。下塗り21が無機-有機混成ポリマーが架橋結合される80℃乃至130℃の高温に晒される硬化段階の後に、コイルは、PECVDコーティング装置内に配置され且つ酸化珪素と交互の窒化珪素のいくつかの層からなる保護コーティングが設けられている。プラズマ励起化学蒸着(PECVD)方法は、プラズマがコイル表面全体を包囲するときに、コイル13をコーティング装置内の簡単なホルダー内に据え付けることができ、その結果として、コーティング材料が表面に適合する方法でコイル上のあらゆるところに付着されるという利点を有する。

【0056】

10

保護コーティング30が表面円滑化下塗り21上のグレイシェーディングによって指示される1以上の材料パラメータの連続的な変動を有するコーティングを含んでいる最も外側の巻線に保護コーティング30を備えたコイル13が、大きく拡大された断面図で図6に示されている。この実施形態においては、材料パラメータの変動は、コーティングの全厚みに亘って連続的に起こる。この変動は、材料の化学組成の勾配を表す。保護コーティング30は、コーティング材料が変動する付着速度(一方が酸化珪素のものであり、一方が窒化珪素のものである)を有する2つの発生源から付着されるPECVDコーティング装置内で作られる。一方の発生源からの速度は時間の関数として増加し、一方、他方の発生源からの速度は減少した。

【0057】

20

保護コーティング22のためのコーティング材料が、例えば、シャドウ作用により均一な保護コーティングが成長することが出来ない蒸着又はスパッタリングによって適用される場合には、状況が異なる。この問題点は、コーティング装置内でコイル13を回転させて、コーティングが必要とされる全ての表面が材料発生源に向けられるようにすることによって解決される。

【産業上の利用可能性】

【0058】

以上、表面円滑化の第1のレベルの被覆21を有し、第2のレベルの被覆22が水分の浸透に対する保護コーティングとして第1のレベルの被覆21の上に適用される上記した被覆のうちの1つが設けられたコイル13又はコイル構造23を、好ましい実施形態において説明し図示した。しかしながら、本発明の教示に基づいて、当業者は、更に別の実施形態を実現するであろう。特別な例を挙げると、誘導センサーはまた垂直方向に変位可能な部分3に直に結合することもできるので、図1に関する文脈において記載され且つ被覆されたコイルが設けられた力計測セル1は、必ずしも力低減レバー装置が備えられなければならない訳ではない。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】図1は、電磁力補償の原理に従って機能する力計測セルの原理を示している側面図である。

【図2a】図2aは、図1による力計測セル内で好んで使用されるタイプのコイルの構造を示している斜視図である。

40

【図2b】図2bは、図2の線I-Iに沿った断面図である。

【図2c】図2cは、電気導線に対して開口している通路領域内に保護コーティングを備えた図2bにおいて円Aによって囲まれた部分の詳細図である。

【図2d】図2dは、図2bにおいて円Bによって囲まれた部分の詳細図である。

【図3a】図3aは、図2aに似た描写形態の封入無しのコイル巻型上に配置されたコイルの斜視図である。

【図3b】図3bは、図2bに似た描写形態の封入無しのコイル巻型上に配置されたコイルの断面図である。

【図3c】図3cは、図2cに似た描写形態の封入無しのコイル巻型上に配置されたコイ

50

ルの詳細図である。

【図 4 a】図 4 a は、図 2 a に似た描写形態の封入無しのコイル巻型上に配置されたコイルの斜視図である。

【図 4 b】図 4 b は、図 2 b に似た描写形態の封入無しのコイル巻型上に配置されたコイルの断面図である。

【図 4 c】図 4 c は、図 2 c に似た描写形態の封入無しのコイル巻型上に配置されたコイルの詳細図である。

【図 5】図 5 は、拡大断面図で示された表面円滑化下塗りを備えた最も外側の巻線層上に配置された多層コーティングを示している断面図である。

【図 6】図 6 は、拡大断面図で示された表面円滑化下塗りを備えた最も外側の巻線層上に配置された 1 以上の材料パラメータの連続的な変動を特徴としている保護コーティングを示している断面図である。

【符号の説明】

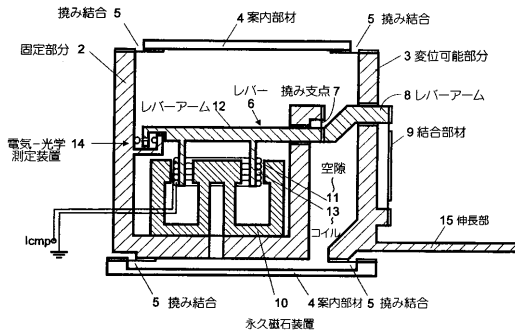
【0060】

- | | | | | | |
|----|---------------------------------|----|------------------|----|---------------|
| 1 | 力計測セル、 | 2 | 固定部分、 | 3 | 垂直方向に変位可能な部分、 |
| 4 | 案内部材、 | 5 | 撓み結合、 | 6 | レバー、 |
| 7 | 撓み支点、 | 8 | 短い方のレバーアーム、 | | |
| 9 | 結合部材、 | 10 | 永久磁石装置、 | 11 | 空隙、 |
| 12 | 長い方のレバーアーム、 | 13 | コイル、 | | |
| 14 | 電気-光学測定装置、 | 15 | 片持ち梁状伸長部、 | | |
| 16 | コイルの巻型、 | 17 | リング形状の密封スリーブ、 | | |
| 18 | 通路開口部、 | 19 | コイルに対するコネクタリード線、 | | |
| 20 | 巻線、 | 21 | 表面円滑化下塗り、 | | |
| 22 | 保護コーティング、 | 23 | コイル構造、 | | |
| 24 | 境界領域、 | 25 | 多層コーティング、 | | |
| 26 | バリア層、 | 27 | 中間層、 | | |
| 28 | 線、 | 29 | 線の絶縁体、下地カバー、 | | |
| 30 | 1 以上の材料パラメータの連続的な変動を有する保護コーティング | | | | |

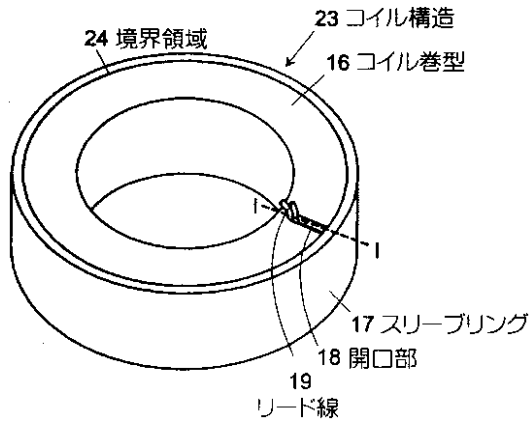
10

20

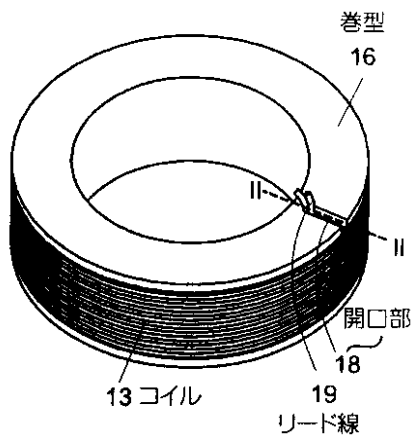
【図 1】



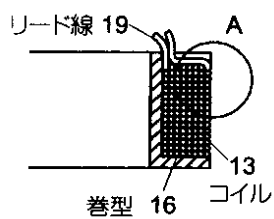
【図 2 a】



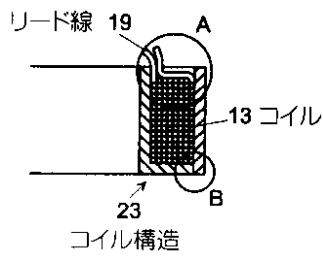
【図 3 a】



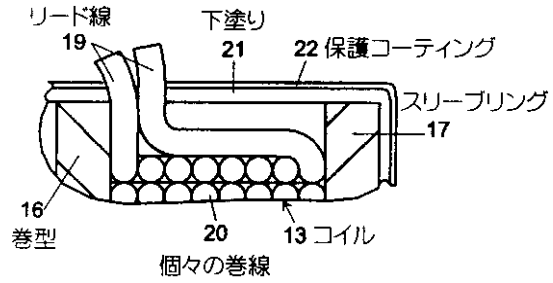
【図 3 b】



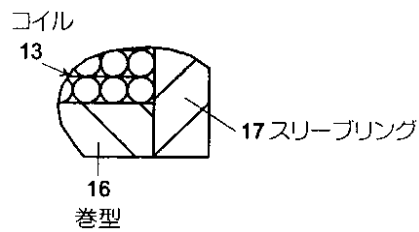
【図 2 b】



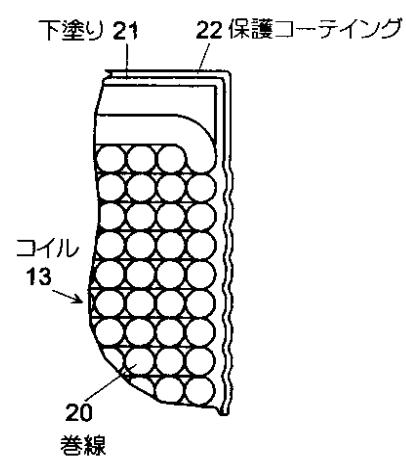
【図 2 c】



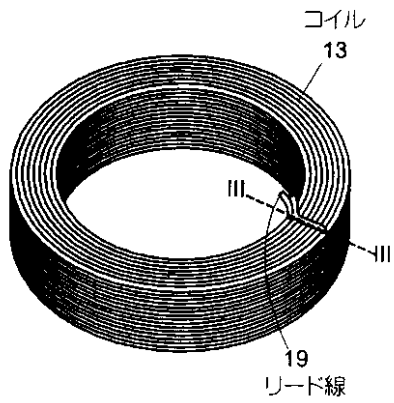
【図 2 d】



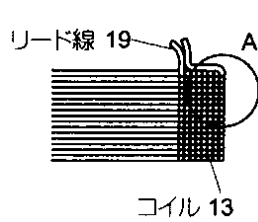
【図 3 c】



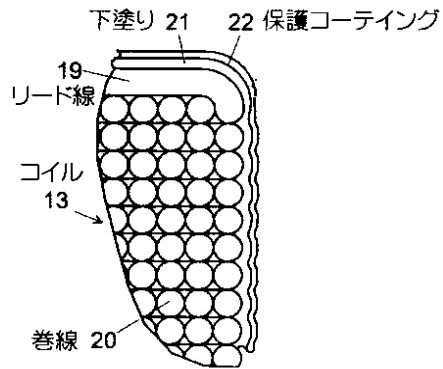
【図 4 a】



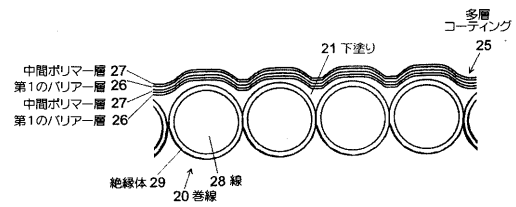
【図 4 b】



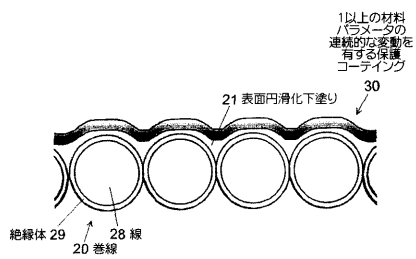
【図 4 c】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(74)代理人 100080137

弁理士 千葉 昭男

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(72)発明者 ジャーンモーリス・テレンバッハ

スイス国 8442 ヘトリンゲン, フォーアデーレ・ギュベルシュトラーセ 2

(72)発明者 フォルカー・ツィーバールト

スイス国 8418 シュラット, イン・デア・ヴィンクレン

(72)発明者 ハンスールドルフ・ブルクハルト

スイス国 8492 ウィラ, ヘーエンシュトラーセ 26

審査官 田邊 英治

(56)参考文献 実開昭47-136 (JP, U)

国際公開第2003/050894 (WO, A1)

特開平2-94438 (JP, A)

特開昭61-18106 (JP, A)

実開平4-55103 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01G 1/00-23/48,

H01F 5/00- 5/06,

27/02,

27/32